

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-337222

(43)Date of publication of application : 05.12.2000

(51)Int.Cl.

F02M 47/00
F02M 51/00
F02M 61/20

(21)Application number : 11-148320

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.05.1999

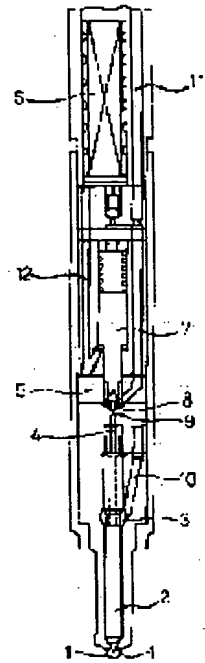
(72)Inventor : WATANABE YOSHIMASA
OMAE KAZUHIRO

(54) FUEL INJECTION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stop a needle valve at an optional lifting position even when fuel pressure in a fuel reservoir chamber is fixed and to stop the needle valve at the optional lifting position even when the fuel pressure in the fuel reservoir chamber varies.

SOLUTION: Pressure in a pressure control chamber 4 is controlled by providing the pressure control chamber 4 furnished with a pressure control valve 5 and controlling opening of the pressure control valve 5. In this case, the opening of the pressure control valve 5 is controlled so as to make pressure in the pressure control chamber 4 and pressure in a fuel reservoir chamber 3 equal to each other so as to stop a needle valve 2 at an optional lifting position between a totally opened position and a totally closed position after moving the needle valve 2 to this optional lifting position.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3501014

[Date of registration] 12.12.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-337222

(P2000-337222A)

(43) 公開日 平成12年12月5日 (2000.12.5)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 2 M 47/00

識別記号

F I

F 0 2 M 47/00

テマコード* (参考)

C 3 G 0 6 6

E

F

F

N

51/00

51/00

61/20

61/20

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平11-148320

(22) 出願日

平成11年5月27日 (1999.5.27)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 渡辺 義正

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大前 和広

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

Fターム (参考) 3G066 AB02 AC09 BA19 BA31 BA51

CC01 CC06T CC08T CC08U

CC14 CC53 CC68U CE27

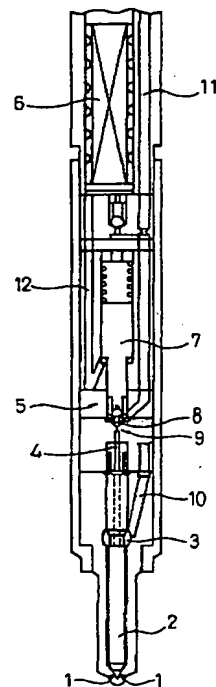
(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 燃料だまり室内の燃料圧力が固定されているときであってもニードル弁のリフト位置を任意のリフト位置まで変更してその位置にニードル弁を停止させると共に、燃料だまり室内の燃料圧力が変動しているときであってもニードル弁を任意のリフト位置に停止させる。

【解決手段】 圧力制御弁5を備えた圧力制御室4を設け、圧力制御弁5の開度を制御することにより、圧力制御室4内の圧力を制御する。その場合、全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置にニードル弁2を移動させた後、その位置にニードル弁2を停止させるように、圧力制御室4内の圧力と燃料だまり室3内の圧力とを等しくすべく、圧力制御弁5の開度を制御する。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記開弁側付勢手段又は前記閉弁側付勢手段を圧力制御室により構成し、前記圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁の開度を制御することにより前記開弁側付勢手段による付勢力と前記閉弁側付勢手段による付勢力とを等しくし、全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に前記噴孔開閉弁を停止させるようにした燃料噴射装置。

【請求項2】 前記圧力制御弁をテーパ状に形成し、前記圧力制御弁のリフト量の増加に伴って前記圧力制御弁の開度がリニアに増加するようにした請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項3】 前記圧力制御弁がアクチュエータにより作動され、前記圧力制御弁が、アクチュエータ側部分と圧力制御室側部分との別部材により構成され、前記アクチュエータ側部分が前記圧力制御室の圧力制御弁用開口に対し偏心して配置されるとき、前記圧力制御室側部分は、前記アクチュエータ側部分に対し偏心して配置され、前記圧力制御弁用開口に対し芯を合わせて配置される請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項4】 前記圧力制御弁を圧電素子によって作動することにより、前記圧力制御弁を全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に配置できるようにした請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項5】 圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が異なっている複数の圧力制御弁用開口を設け、前記圧力制御室内の圧力を迅速に変更すべきときには圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が大きい圧力制御弁用開口を使用し、前記圧力制御室内の圧力を微調整すべきときには圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が小さい圧力制御弁用開口を使用する請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項6】 燃料噴射用開口を開閉するための噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を閉弁側と開弁側とに選択的に移動させるための圧力制御室と、前記圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁とを具備し、前記圧力制御弁が作動油を介して圧電素子により駆動される燃料噴射装置において、前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力を監視するための監視手段を設け、前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力に基づいて前記作動油がリークしているか否かを判断する燃料噴射装置。

【請求項7】 前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力の変化が、前記圧電素子を伸長させるために前記圧電素子に印加される電気信号の変化により監視される請求項6に記載の燃料噴射装置。

【請求項8】 前記作動油がリークしているか否かの判断は、前記圧力制御弁の開弁期間中及び閉弁期間中のうち前記作動油の圧力が高いときに行われる請求項6に記載の燃料噴射装置。

【請求項9】 前記圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号が印加される駆動用圧電素子と、前記作動油により及ぼされる力を監視するための監視用圧電素子とが別個に設けられている請求項6に記載の燃料噴射装置。

【請求項10】 前記駆動用圧電素子と前記監視用圧電素子との間に接地電極が配置されている請求項9に記載の燃料噴射装置。

【請求項11】 前記監視用圧電素子が発生する電気信号に基づき前記駆動用圧電素子に印加すべき駆動用電気信号をフィードバック制御する請求項9に記載の燃料噴射装置。

【請求項12】 前記圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号が変更されてから前記監視用圧電素子が発生する電気信号が変化するまでに要する応答遅れ時間に基づき、駆動用電気信号の印加タイミングを変更する請求項9に記載の燃料噴射装置。

【請求項13】 前記駆動用圧電素子に印加される駆動用電気信号と前記監視用圧電素子が発生する電気信号との関係が予め定められた関係から逸脱した時に前記圧力制御弁に動作異常が発生したと判断する請求項9に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃料噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段と、噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置が知られている。この種の燃料噴射装置の例としては、例えば特開平9-32696号公報に記載されたものがある。特開平9-32696号公報に記載された燃料噴射装置では、開弁側付勢手段が燃料だまり室により構成され、閉弁側付勢手段がスプリングにより構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、特開平9-32696号公報に記載された燃料噴射装置では、閉弁側付勢手段がスプリングにより構成されているため、開弁側付勢手段による付勢力を閉弁側付勢手段による付勢手段よりも大きくし噴孔開閉弁を開弁せしめるために、燃料だまり室内の圧力を変更しなければならない。つまり、燃料供給圧を変更しなければならない。また、噴孔開閉弁の開弁期間中に燃料供給圧を固定した後には、噴孔開閉弁のリフト位置を任意のリフト位置に変更することができない。更に、燃料供給圧が変化してしまった場

合には、噴孔開閉弁のリフト位置を変更する必要がないときであっても、噴孔開閉弁のリフト位置が変化してしまう。

【0004】また従来、燃料噴射用開口を開閉するための噴孔開閉弁と、噴孔開閉弁を開弁側と閉弁側に選択的に移動させるための圧力制御室と、圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁とを具備し、圧力制御弁が作動油を介して圧電素子により駆動される燃料噴射装置が知られている。この種の燃料噴射装置の例としては、例えば特開平5-71438号公報に記載されたものがある。

【0005】ところが、特開平5-71438号公報に記載された燃料噴射装置では、作動油が圧電素子に及ぼす力に基づいて作動油がリークしているか否かが判断されないため、作動油がリークしているか否かを正確に判断することができず、圧力制御弁のリフト位置を正確に制御することができない。

【0006】前記問題点に鑑み、本発明は、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が固定されているときであっても噴孔開閉弁のリフト位置を任意のリフト位置まで変更し、その位置に噴孔開閉弁を停止させることができると共に、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が変動しているときであっても噴孔開閉弁を任意のリフト位置に停止させることができる燃料噴射装置を提供することを目的とする。

【0007】更に本発明は、作動油がリークしているか否かを正確に判断し、圧力制御弁のリフト位置を正確に制御することができる燃料噴射装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、燃料噴射用噴孔を開閉する噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を開弁側に付勢する開弁側付勢手段と、前記噴孔開閉弁を閉弁側に付勢する閉弁側付勢手段とを具備する燃料噴射装置において、前記開弁側付勢手段又は前記閉弁側付勢手段を圧力制御室により構成し、前記圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁を設け、前記圧力制御弁の開度を制御することにより前記開弁側付勢手段による付勢力と前記閉弁側付勢手段による付勢力とを等しくし、全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に前記噴孔開閉弁を停止させるようにした燃料噴射装置が提供される。

【0009】請求項1に記載の燃料噴射装置では、開弁側付勢手段又は閉弁側付勢手段が圧力制御室により構成され、圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁が設けられる。そのため、圧力制御弁の開度を制御することにより、圧力制御室内の圧力が制御せしめられる。その場合、全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に噴孔開閉弁を停止させるように、開弁側付勢手段に

よる付勢力と閉弁側付勢手段による付勢力とを等しくすべく、圧力制御弁の開度が制御される。そのため、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が固定されているときであっても、その付勢力よりも他方の付勢力を大きくするか小さくすることにより、噴孔開閉弁を任意のリフト位置まで移動させ、次いで、開弁側付勢手段による付勢力と閉弁側付勢手段による付勢力とを等しくすることにより、その位置に噴孔開閉弁を停止させることができる。更に、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が変動しているときであっても、その付勢力の変動に合わせて他方の付勢力を変動させ、開弁側付勢手段による付勢力と閉弁側付勢手段による付勢力とを等しくすることにより、噴孔開閉弁を全開位置又は全閉位置以外の位置にも停止させることができる。

【0010】請求項2に記載の発明によれば、前記圧力制御弁をテーパ状に形成し、前記圧力制御弁のリフト量の増加に伴って前記圧力制御弁の開度がリニアに増加するようにした請求項1に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0011】請求項2に記載の燃料噴射装置では、圧力制御弁のリフト量の増加に伴って圧力制御弁の開度がリニアに増加するように圧力制御弁がテーパ状に形成される。そのため、圧力制御室内の圧力を微調整することができる。開弁側付勢手段による付勢力と閉弁側付勢手段による付勢力との差を小さくすることにより、噴孔開閉弁は低速で移動せしめられ、それゆえ、全開位置又は全閉位置以外の位置に噴孔開閉弁を高い精度でもって停止させることができる。つまり、噴孔開閉弁のリフト位置を高精度に制御することができる。

【0012】請求項3に記載の発明によれば、前記圧力制御弁がアクチュエータにより作動され、前記圧力制御弁が、アクチュエータ側部分と圧力制御室側部分との別部材により構成され、前記アクチュエータ側部分が前記圧力制御室の圧力制御弁用開口に対し偏心して配置されるとき、前記圧力制御室側部分は、前記アクチュエータ側部分に対し偏心して配置され、前記圧力制御弁用開口に対し芯を合わせて配置される請求項1に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0013】請求項3に記載の燃料噴射装置では、圧力制御弁がアクチュエータにより作動され、圧力制御弁がアクチュエータ側部分と圧力制御室側部分との別部材により構成される。そのため、アクチュエータ側部分が圧力制御室の圧力制御弁用開口に対し偏心して配置されるときであっても、圧力制御室側部分がアクチュエータ側部分に対し偏心して配置されることにより、圧力制御弁用開口に対し偏心させることなく圧力制御弁用開口に対し芯を合わせて圧力制御弁側部分を圧力制御弁用開口に嵌合させることができる。

【0014】請求項4に記載の発明によれば、前記圧力

制御弁を圧電素子によって作動することにより、前記圧力制御弁を全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に配置できるようにした請求項 1 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0015】請求項 4 に記載の燃料噴射装置では、伸長量をリニアに設定することができる圧電素子により圧力制御弁が作動される。そのため、圧電素子の伸長量を制御することにより、圧力制御弁を全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に配置することができる。

【0016】請求項 5 に記載の発明によれば、圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が異なっている複数の圧力制御弁用開口を設け、前記圧力制御室内の圧力を迅速に変更すべきときには圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が大きい圧力制御弁用開口を使用し、前記圧力制御室内の圧力を微調整すべきときには圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が小さい圧力制御弁用開口を使用する請求項 1 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0017】請求項 5 に記載の燃料噴射装置では、圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が異なっている複数の圧力制御弁用開口が設けられる。圧力制御室内の圧力を迅速に変更すべきときに、圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が大きい圧力制御弁用開口を使用することにより、噴孔開閉弁の制御応答性を向上させることができる。更に、圧力制御室内の圧力を微調整すべきときに、圧力制御弁のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が小さい圧力制御弁用開口を使用することにより、噴孔開閉弁のリフト量を高精度に制御することができる。つまり、噴孔開閉弁の制御応答性を向上させつつ、噴孔開閉弁のリフト量を高精度に制御することができる。

【0018】請求項 6 に記載の発明によれば、燃料噴射用開口を開閉するための噴孔開閉弁と、前記噴孔開閉弁を開弁側と閉弁側とに選択的に移動させるための圧力制御室と、前記圧力制御室内の圧力を制御するための圧力制御弁とを具備し、前記圧力制御弁が作動油を介して圧電素子により駆動される燃料噴射装置において、前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力を監視するための監視手段を設け、前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力に基づいて前記作動油がリークしているか否かを判断する燃料噴射装置が提供される。

【0019】請求項 6 に記載の燃料噴射装置では、作動油が圧電素子に及ぼす力を監視するための監視手段が設けられる。そのため、監視手段により検出された作動油が圧電素子に及ぼす力に基づき、作動油がリークしているか否かを判断することができる。更に、作動油がリークしていると判断された時に圧電素子の伸長量を補正制御することにより、圧力制御弁のリフト量が不足してしまうことを回避することができる。つまり、圧力制御弁のリフト位置を正確に制御することができる。

【0020】請求項 7 に記載の発明によれば、前記作動油が前記圧電素子に及ぼす力の変化が、前記圧電素子を伸長させるために前記圧電素子に印加される電気信号の変化により監視される請求項 6 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0021】請求項 7 に記載の燃料噴射装置では、作動油が圧電素子に及ぼす力の変化が、圧電素子を伸長させるために圧電素子に印加される電気信号の変化により監視される。そのため、作動油の圧力変化を監視するために別個の監視手段を設ける必要性を排除することができる。

【0022】請求項 8 に記載の発明によれば、前記作動油がリークしているか否かの判断は、前記圧力制御弁の開弁期間中及び閉弁期間中のうち前記作動油の圧力が高いときに行われる請求項 6 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0023】請求項 8 に記載の燃料噴射装置では、作動油がリークしているか否かの判断は、圧力制御弁の開弁期間中及び閉弁期間中のうち作動油の圧力が高いときに行われる。作動油がリークする場合、作動油が圧電素子に及ぼす力は、作動油の圧力が低いときよりも作動油の圧力が高いときに大きく変化する。そのため、作動油の圧力が高いときに作動油がリークしているか否かの判断を行うことにより、正確な判断を行うことが可能になる。

【0024】請求項 9 に記載の発明によれば、前記圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号が印加される駆動用圧電素子と、前記作動油により及ぼされる力を監視するための監視用圧電素子とが別個に設けられている請求項 6 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0025】請求項 9 に記載の燃料噴射装置では、作動油により及ぼされる力を監視するための監視用圧電素子が、圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号が印加される駆動用圧電素子とは別個に設けられる。そのため、監視用圧電素子から得られる電気信号と圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号とが別個に分けられる。それゆえ、監視用圧電素子から得られる電気信号と駆動用電気信号とが分けられていない場合よりも、作動油がリークしているか否かを正確に判断することができる。

【0026】請求項 10 に記載の発明によれば、前記駆動用圧電素子と前記監視用圧電素子との間に接地電極が配置されている請求項 9 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0027】請求項 10 に記載の燃料噴射装置では、駆動用圧電素子と監視用圧電素子との間に接地電極が配置される。そのため、駆動用圧電素子に基づくノイズが監視用圧電素子から得られる電気信号に悪影響を及ぼすことを回避することができる。

【0028】請求項 11 に記載の発明によれば、前記監

視用圧電素子が発生する電気信号に基づき前記駆動用圧電素子に印加すべき駆動用電気信号をフィードバック制御する請求項 9 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0029】請求項 11 に記載の燃料噴射装置では、監視用圧電素子が発生する電気信号に基づき、駆動用圧電素子に印加すべき駆動用電気信号がフィードバック制御される。そのため、作動油に及ぼされる力の変化にかかわらず一律に駆動用電気信号を印加する場合に比べ、適切に圧力制御弁を駆動することができる。つまり、作動油のリークが発生した場合であっても、作動油のリークに伴う圧力制御弁のリフト量の不足を回避することができる。

【0030】請求項 12 に記載の発明によれば、前記圧力制御弁を駆動するための駆動用電気信号が変更されてから前記監視用圧電素子が発生する電気信号が変化するまでに要する応答遅れ時間に基づき、駆動用電気信号の印加タイミングを変更する請求項 9 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0031】請求項 12 に記載の燃料噴射装置では、駆動用電気信号が変更されてから監視用圧電素子が発生する電気信号が変化するまでに要する応答遅れ時間に基づき、駆動用電気信号の印加タイミングが変更される。そのため、圧力制御弁を駆動すべきタイミングと、圧力制御弁が実際に駆動されるタイミングとを正確に一致させることができる。

【0032】請求項 13 に記載の発明によれば、前記駆動用圧電素子に印加される駆動用電気信号と前記監視用圧電素子が発生する電気信号との関係が予め定められた関係から逸脱した時に前記圧力制御弁に動作異常が発生したと判断する請求項 9 に記載の燃料噴射装置が提供される。

【0033】請求項 13 に記載の燃料噴射装置では、駆動用圧電素子に印加される駆動用電気信号と監視用圧電素子が発生する電気信号との関係が予め定められた関係から逸脱した時、特に、駆動用電気信号の印加タイミングに対する監視用圧電素子からの電気信号の発生タイミングの遅れが大きすぎる時や、駆動用電気信号に対し監視用圧電素子が発生する電気信号が大きすぎる時には、圧力制御弁に動作異常が発生したと判断される。そのため、圧力制御弁の動作異常を検出するために別個の検出手段を設ける必要なく、圧力制御弁に動作異常が発生したか否かを判断することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

【0035】図 1 は本発明の燃料噴射装置の第一の実施形態の概略構成図、図 2 は図 1 の拡大図、図 3 は図 2 の拡大図である。図 1 ～図 3 において、1 は燃料噴射用噴孔、2 は噴孔 1 を開閉するニードル弁、3 は燃料圧力によりニードル弁 2 を開弁側（上側）に付勢する燃料だま

り室、4 は燃料圧力によりニードル弁 2 を開弁側（下側）に付勢する圧力制御室である。5 は圧力制御室 4 内の燃料圧力を制御するための圧力制御弁、6 は圧力制御弁 5 を作動するためのピエゾ式アクチュエータ、7 は圧力制御弁 5 のアクチュエータ側部分、8 は圧力制御弁 5 の圧力制御室側部分である。9 は圧力制御弁 5 の圧力制御室側部分 8 により開閉される圧力制御室 4 の開口、10 は噴射すべき燃料を供給するための燃料供給通路、11 は噴射されなかった燃料を燃料供給源（図示せず）に戻すためのリターン通路、12 は圧力制御弁 5 を駆動するために圧力制御弁 5 とピエゾ式アクチュエータ 6 との間に配置された作動油を収容する作動油室である。

【0036】図 4 はピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量（圧力制御弁 5 のリフト量）、圧力制御弁 5 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【0037】図 1 ～図 4 に示すように、本実施形態の燃料噴射装置では、ニードル弁 2 を全開位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L4 まで伸長せしめられる（図 4（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L4 まで伸長せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により加圧され、圧力制御弁 5 は全開位置に位置せしめられる。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最低になる（図 4（b））。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力は、その時の圧力制御室 4 内の圧力と圧縮ばねによるばね力との和よりも大きな圧力になるように一定に維持されている（図 4（c））。その結果、ニードル弁 2 を全開位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ニードル弁 2 には開弁側に大きな合力が作用し（図 4（d））、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全開位置に位置せしめられる。

【0038】一方、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が最小リフト量 L1 まで収縮せしめられる（図 4（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 が最小リフト量 L1 まで収縮せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧がピエゾ式アクチュエータ 6 により減圧され、圧力制御弁 5 は全閉位置に位置せしめられる。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最高になる（図 4（b））。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力はその時の圧力制御室 4 内の圧力とほぼ同圧になるように一定に維持されており（図 4（c））、また、ニードル弁 2 には閉弁側に圧縮ばねによるばね力が作用している。その結果、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ニードル弁 2 には閉弁側に大きな合力が作用し（図 4（d））、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全閉位置に

位置せしめられる。

【0039】更に本実施形態では、全開位置よりも小さい任意のリフト位置（中間リフト位置）にニードル弁 2 を位置せしめて燃料を噴射することが可能である。特に、ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L3 まで伸長せしめられる（図 4（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L3 まで伸長せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により加圧され、圧力制御弁 5 も所定のリフト位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はわずかに上向き（開弁側）になる（図 4

（d））。そのため、ニードル弁 2 は全開位置から中間リフト位置まで低速で移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L5 まで縮小せしめられる（図 4

（a））。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり（図 4（d））、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全開位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。

【0040】また、本実施形態では、ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動することも可能である。ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L2 まで収縮せしめられる（図 4（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L2 まで収縮せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により減圧され、圧力制御弁 5 も所定のリフト位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はわずかに下向き（開弁側）になる（図 4

（d））。そのため、ニードル弁 2 は全開位置から中間リフト位置まで低速で移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L5 まで伸長せしめられる（図 4

（a））。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり（図 4（d））、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全開位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。

【0041】本実施形態によれば、燃料だまり室 3 内の燃料圧力が固定されているときであっても、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力とを等しくするか、あるいは、燃料だまり室 3 内の燃料圧力よりも圧力制御室 4 内の燃料圧力を小さくすることにより、ニードル弁 2 を任意のリフト位置まで移動させ、次いで、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力との関係を所定の関係にし、ニードル弁 2 に作用

する合力をゼロにすることにより、そのリフト位置にニードル弁 2 を停止させることができる。更に、燃料だまり室 3 内の燃料圧力が変動しているときであっても、燃料だまり室 3 内の燃料圧力の変動に合わせて圧力制御室 4 内の燃料圧力を変動させ、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力との関係を所定の関係に維持することにより、ニードル弁 2 を全開位置又は全開位置以外の位置にも停止させることができる。

【0042】更に本実施形態では、圧力制御弁 5 の開度を微調整するために圧力制御弁 5 の圧力制御室側部分 8 がテーパ状に形成されている（図 3）。そのため、圧力制御弁 5 のリフト量が増加される時、圧力制御弁 5 の開度は急激に変化せず、リニアに増加せしめられる（図 4（a））。つまり、圧力制御弁 5 の開度を微調整することにより、圧力制御室 4 内の燃料圧力を微調整することができる。

【0043】本実施形態によれば、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力との差を小さくすることにより、ニードル弁 2 は低速で移動せしめられ、それゆえ、全開位置又は全開位置以外のリフト位置にニードル弁 2 を高い精度でもって停止させることができる。つまり、ニードル弁 2 のリフト位置を高精度に制御することができる。

【0044】更に本実施形態では、圧力制御弁 5 がアクチュエータ側部分 7 と圧力制御室側部分 8 との別部材により構成される（図 3）。そのため、アクチュエータ側部分 7 が圧力制御室 4 の開口 9 に対し偏心して配置されるときであっても、圧力制御室側部分 7 がアクチュエータ側部分 8 に対し偏心して配置される。その結果、圧力制御弁 5 の圧力制御室側部分 8 は、開口 9 に対し偏心することなく、常に開口 9 に対し芯を合わせて開口 9 に嵌合せしめられる。

【0045】また本実施形態では、伸長量を L1 から L4 の間の任意の値に設定可能なピエゾ式アクチュエータ 6 により圧力制御弁 5 が作動されるため、圧力制御弁 5 のリフト位置を任意の位置に設定することができる。それゆえ上述したように、圧力制御弁 5 の開度を任意の値に設定可能となり、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力との関係を所定の関係に確実に維持することができる。

【0046】尚、本実施形態では、ニードル弁 2 に対し、圧力制御室 4 が閉弁側への力を及ぼし、燃料だまり室 3 が開弁側への力を及ぼしているが、他の実施形態では、その逆にすることも可能である。また更に他の実施形態では、燃料噴射開始後予め定められた時間だけニードル弁 2 のリフト量を小さくすることにより燃料噴射率を小さくし、次いで、その予め定められた時間経過後、ニードル弁 2 を全開位置に移動せしめ、燃料噴射率を大きくすることも可能である。尚、本明細書中のすべての実施形態では、圧力制御弁 5 が作動油を介してピエゾ式

アクチュエータ 6 により作動されるため、作動油の補充機構を設けることにより、圧力制御弁 5 が摩耗した場合であっても、圧力制御弁 5 を確実にゼロ点に位置せしめることができる。

【0047】図 5 は本実施形態の燃料噴射装置の噴孔の変形例を示した図である。図 5 において、101 及び 101' は燃料噴射用噴孔、102 は噴孔 101' を開閉するニードル弁である。図 5 に示すように、本変形例の燃料噴射装置では、ニードル弁 102 が中間リフト位置に位置せしめられる時、燃料は噴孔 101 のみを介して噴射される（図 5 (a)）。一方、ニードル弁 102 が全開位置に位置せしめられる時、燃料は噴孔 101 及び噴孔 101' を介して噴射される（図 5 (b)）。つまり、本変形例によれば、ニードル弁 102 を中間リフト位置に停止させることにより、ニードル弁 102 が全開位置に位置している時とは異なる方向に燃料を噴射することができる（ $\alpha 1 > \alpha 2$ ）。

【0048】図 6 は本実施形態の燃料噴射装置の噴孔の他の変形例を示した図である。図 6 において、201 は燃料噴射用噴孔、202 は噴孔 201 を開閉するニードル弁、203 はその下側（ニードル弁 202 の先端側）が噴孔 201 と重複し、その上側（ニードル弁 202 の後端側）が噴孔 201 と重複しない周溝である。図 6 に示すように、本変形例の燃料噴射装置では、ニードル弁 202 が中間リフト位置に位置せしめられる時、周溝 203 内に形成される燃料の旋回流の影響により、噴孔 201 からホローコーン噴霧が噴射される（図 6 (a)）。一方、ニードル弁 202 が全開位置に位置せしめられる時、周溝 203 の影響が小さくなり、燃料は噴孔 201 から貫徹噴射される（図 6 (b)）。つまり、本変形例によれば、ニードル弁 202 のリフト位置を切り換えることにより、噴孔 201 から噴射される燃料噴霧の形態を切り換えることができる。

【0049】図 7 及び図 8 は本発明の燃料噴射装置の第二の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。詳細には、図 7 は圧力制御弁が全閉位置に位置する時の図、図 8 (a) は圧力制御弁が中間リフト位置に位置する時の図、図 8 (b) は圧力制御弁が全開位置に位置する時の図である。図 7 及び図 8 において、図 1 ～図 3 に示した参照番号と同一の参照番号は図 1 ～図 3 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示しており、305 は圧力制御室 4 内の燃料圧力を制御するための圧力制御弁、307 は圧力制御弁 305 のアクチュエータ側部分、308 は圧力制御弁 305 の圧力制御室側部分である。309 は圧力制御弁 305 のアクチュエータ側部分 307 により開閉される圧力制御室 4 の第一開口、359 は圧力制御弁 305 の圧力制御室側部分 308 により開閉される圧力制御室 4 の第二開口、369 は圧力制御室 4 の第三開口（オリフィス）である。

【0050】図 9 はピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト

量（圧力制御弁 305 のリフト量）、圧力制御弁 305 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【0051】図 7 ～図 9 に示すように、本実施形態の燃料噴射装置では、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L15 まで伸長せしめられる（図 9

(a)）。ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L15 まで伸長せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により加圧され、圧力制御弁 305 は上側に突き当てられ、全閉位置に位置せしめられる（図 7）。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最高になる（図 9 (b)）。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力はその時の圧力制御室 4 内の圧力とほぼ同圧になるように一定に維持されており（図 9 (c)）、また、ニードル弁 2 には閉弁側に圧縮ばねによるばね力が作用している。その結果、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ニードル弁 2 には閉弁側に大きな合力が作用し（図 9 (d)）、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全閉位置に位置せしめられる。

【0052】一方、ニードル弁 2 を全開位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が中間リフト量 L14 まで収縮せしめられる（図 9 (a)）。ピエゾ式アクチュエータ 6 が中間リフト量 L14 まで収縮せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧がピエゾ式アクチュエータ 6 により減圧され、圧力制御弁 305 も中間リフト位置に位置せしめられ（図 8 (a)）、圧力制御弁 305 の開度は最大開度 $\theta 1$ になる（図 9 (a)）。この最大開度 $\theta 1$ は、第二開口 359 と第三開口 369 とにより画定される。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最低になる（図 9 (b)）。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力は、その時の圧力制御室 4 内の圧力と圧縮ばねによるばね力との和よりも大きな圧力になるように一定に維持されている（図 9 (c)）。その結果、ニードル弁 2 を全開位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ニードル弁 2 には開弁側に大きな合力が作用し（図 9 (d)）、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全開位置に位置せしめられる。

【0053】更に本実施形態では、全開位置よりも小さい任意のリフト位置（中間リフト位置）にニードル弁 2 を位置せしめて燃料を噴射することが可能である。特に、ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 は、最大リフト量 L15 からリフト量 L13 まで縮小せしめられるか、最小リフト量からリフト量 L13 まで伸長せしめられる（図 9 (a)）。ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量

10

20

30

40

50

が最小の時、圧力制御弁 305 の開度は第三開口 369 のみにより画定される。ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量がリフト量 L13 に設定されると、圧力制御弁 305 は所定のリフト位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はわずかに上向き（開弁側）になる（図 9（d））。そのため、ニードル弁 2 は全閉位置から中間リフト位置まで低速で移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L12 まで縮小せしめられる（図 9（a））。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり（図 9（d））、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全閉位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。

【0054】また、本実施形態では、ニードル弁 2 を全閉位置から中間リフト位置に移動することも可能である。ニードル弁 2 を全閉位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 は、リフト量 L14 からリフト量 L11 まで収縮せしめられる（図 9（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L11 まで収縮せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により減圧され、圧力制御弁 305 は所定のリフト位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はわずかに下向き（閉弁側）になる（図 9（d））。そのため、ニードル弁 2 は全閉位置から中間リフト位置まで低速で移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L12 まで伸長せしめられる（図 9（a））。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり（図 9（d））、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全閉位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。

【0055】本実施形態によれば、圧力制御弁 305 のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が異なっている複数の圧力制御弁用開口 309、359 及び 369 が設けられる。圧力制御室 4 内の圧力を迅速に変更すべきとき、ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量をリフト量 L14 とリフト量 L15 との間で変更することにより、圧力制御弁 305 のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が大きい第一開口 309 が使用される。その結果、ニードル弁 2 を迅速に開閉せしめることができる。更に、圧力制御室 4 内の圧力を微調整すべきとき、ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量をリフト量 L11 とリフト量 L13 との間で変更することにより、圧力制御弁 305 のリフト量に対する圧力制御弁の開度の変化率が小さい第二開口 359 及び第三開口 369 が使用さ

れる。その結果、ニードル弁 2 のリフト量を高精度に制御することができる。つまり、開口 309、359 及び 369 を使い分けることにより、ニードル弁 2 の制御応答性を向上させつつ、ニードル弁 2 のリフト量を高精度に制御することができる。

【0056】また本実施形態によれば、第一の実施形態と同様の効果を奏することが可能である。尚、本実施形態では、ニードル弁 2 に対し、圧力制御室 4 が閉弁側への力を及ぼし、燃料だまり室 3 が開弁側への力を及ぼしているが、他の実施形態では、その逆にすることも可能である。

【0057】図 10 及び図 11 は本発明の燃料噴射装置の第三の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。詳細には、図 10 は圧力制御弁が全閉位置に位置する時の図、図 11（a）は圧力制御弁が中間リフト位置に位置する時の図、図 11（b）は圧力制御弁が全閉位置に位置する時の図である。図 10 及び図 11 において、図 1～図 3 に示した参照番号と同一の参照番号は図 1～図 3 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示しており、405 は圧力制御室 4 内の燃料圧力を制御するための圧力制御弁、409 は圧力制御室 4 の第一開口、459 は圧力制御室 4 の第二開口、479 は圧力制御室 4 の第三開口（オリフィス）である。

【0058】図 12 はピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量（圧力制御弁 405 のリフト量）、圧力制御弁 405 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【0059】図 10～図 12 に示すように、本実施形態の燃料噴射装置では、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L23 まで伸長せしめられる（図 12（a））。ピエゾ式アクチュエータ 6 が最大リフト量 L23 まで伸長せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧（燃料圧）がピエゾ式アクチュエータ 6 により加圧され、圧力制御弁 405 は上側に突き当てられ、全閉位置に位置せしめられる（図 10）。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最高になる（図 12（b））。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力はその時の圧力制御室 4 内の圧力とほぼ同圧になるように一定に維持されており（図 12（c））、また、ニードル弁 2 には閉弁側に圧縮ばねによるばね力が作用している。その結果、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料噴射を中断すべき時、ニードル弁 2 には閉弁側に大きな合力が作用し（図 12（d））、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全閉位置に位置せしめられる。

【0060】一方、ニードル弁 2 を全閉位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 が中間リフト量 L22 まで収縮せしめられる（図 12

(a))。ピエゾ式アクチュエータ 6 が中間リフト量 L_{22} まで収縮せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧がピエゾ式アクチュエータ 6 により減圧され、圧力制御弁 405 も中間リフト位置に位置せしめられ (図 11 (a))、圧力制御弁 405 の開度は最大開度 θ_{11} になる (図 12 (a))。この最大開度 θ_{11} は、第二開口 459 により画定される。この時、圧力制御室 4 内の圧力は最低になる (図 12 (b))。一方、コモンレール内の圧力が一定に維持されているため、燃料だまり室 3 内の圧力は、その時の圧力制御室 4 内の圧力と圧縮ばねによるばね力との和よりも大きな圧力になるように一定に維持されている (図 12 (c))。その結果、ニードル弁 2 を全開位置に位置せしめて燃料を噴射すべき時、ニードル弁 2 には開弁側に大きな合力が作用し (図 12 (d))、それゆえ、ニードル弁 2 は迅速に全開位置に位置せしめられる。

【0061】更に本実施形態では、全開位置よりもリフト量の小さい任意のリフト位置 (中間リフト位置) にニードル弁 2 を位置せしめて燃料を噴射することが可能である。特には、ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 は、リフト量 L_{23} からリフト量 L_{22} まで縮小せしめられる (図 12 (a))。ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量がリフト量 L_{22} に設定されると、圧力制御弁 405 は所定のリフト位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力は上向き (開弁側) になる (図 12 (d))。そのため、ニードル弁 2 は全開位置から中間リフト位置まで移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L_{21} まで縮小せしめられる (図 12 (a))。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり (図 12 (d))、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全開位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量が最小リフト量 L_{21} の時、圧力制御弁 405 の開度は第三開口 479 により画定される。

【0062】また、本実施形態では、ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動することも可能である。ニードル弁 2 を全開位置から中間リフト位置に移動すべき時、ピエゾ式アクチュエータ 6 は、リフト量 L_{23} まで伸長せしめられる (図 12 (a))。ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L_{23} まで伸長せしめられると、作動油室 12 内の作動油圧 (燃料圧) がピエゾ式アクチュエータ 6 により加圧され、圧力制御弁 305 は全開位置に位置せしめられる。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力は下向き (閉弁側) になる (図 12 (d))。そのため、ニードル弁 2 は全開位置から中間

リフト位置まで移動せしめられる。ニードル弁 2 が中間リフト位置に到達した時、ピエゾ式アクチュエータ 6 がリフト量 L_{21} まで収縮せしめられる (図 12 (a))。その結果、ニードル弁 2 にかかる合力はゼロになり (図 12 (d))、ニードル弁 2 は中間リフト位置に停止せしめられ、その位置に維持される。ニードル弁 2 を中間リフト位置に維持することにより、ニードル弁 2 が全開位置に位置せしめられている時よりも小さな噴射率で燃料を噴射することができる。

【0063】本実施形態によれば、燃料だまり室 3 内の燃料圧力が固定されているときであっても、燃料だまり室 3 内の燃料圧力よりも圧力制御室 4 内の燃料圧力を大きくするか小さくすることにより、ニードル弁 2 を任意のリフト位置まで移動させ、次いで、燃料だまり室 3 内の燃料圧力と圧力制御室 4 内の燃料圧力とを等しくすることにより、そのリフト位置にニードル弁 2 を停止させることができる。

【0064】尚、本実施形態では、ニードル弁 2 に対し、圧力制御室 4 が閉弁側への力を及ぼし、燃料だまり室 3 が開弁側への力を及ぼしているが、他の実施形態では、その逆にすることも可能である。

【0065】図 13 は本発明の燃料噴射装置の第四の実施形態の図 1 と同様の概略構成図である。図 13 において、図 1～図 3 に示した参照番号と同一の参照番号は図 1～図 3 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示しており、520 は作動油がピエゾ式アクチュエータ 6 に及ぼす力を監視するための監視手段、521 はピエゾ式アクチュエータ 6 を駆動するための駆動電源である。

【0066】図 14 は監視手段が設けられない場合と監視手段 520 が設けられた本実施形態とを比較して示したグラフである。詳細には、図 14 (a)～図 14 (c) は、監視手段が設けられない場合のピエゾ式アクチュエータのリフト量、作動油室内の圧力 (中間油圧)、及び圧力制御弁のリフト量をそれぞれ示しており、図 14 (d)～図 14 (f) は、監視手段 520 が設けられた本実施形態のピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量、作動油室 12 内の圧力 (中間油圧)、及び圧力制御弁 5 のリフト量をそれぞれ示している。

【0067】図 14 (a)～図 14 (c) に示すように監視手段が設けられない場合においては、作動油室から作動油がリークしているとき、時間 T_2 ～時間 T_4 にピエゾ式アクチュエータのリフト量が増加せしめられて圧力制御弁のリフト量が増加せしめられても、作動油のリークが検出されないためにピエゾ式アクチュエータのリフト量が増加せしめられない。その結果、圧力制御弁のリフト量が不足してしまう (時間 T_4 ～時間 T_5)。一方、図 14 (d)～図 14 (f) に示すように監視手段 520 が設けられた本実施形態においては、作動油室 12 から作動油がリークしているときであっても、ピエゾ

式アクチュエータ 6 の非作動時である時間 T1～時間 T2 に監視手段 520 により作動油のリークを検出し、時間 T2～時間 T4 にピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量が増加せしめられて圧力制御弁 5 のリフト量が増加せしめられた後、時間 T4～時間 T5 においてピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量が更に漸増せしめられ、圧力制御弁 5 のリフト量が所望のリフト量に維持される（時間 T4～時間 T5）。その結果、圧力制御弁 5 のリフト量が不足してしまうことを回避することができる。

【0068】本実施形態によれば、作動油がピエゾ式アクチュエータ 6 に及ぼす力を監視するための監視手段 520 が設けられるため、監視手段 520 により検出された作動油がピエゾ式アクチュエータ 6 に及ぼす力に基づき、作動油がリークしているか否かを判断することができる。更に、作動油がリークしていると判断された時にピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量を補正制御することにより、圧力制御弁 5 のリフト量が不足してしまうことを回避することができる。つまり、圧力制御弁 5 のリフト位置を正確に制御することができる。

【0069】更に本実施形態によれば、作動油がピエゾ式アクチュエータ 6 に及ぼす力の変化が、ピエゾ式アクチュエータ 6 を伸長させるためにピエゾ式アクチュエータ 6 に印加される電気信号の変化により監視される。そのため、作動油の圧力変化を監視するために別個の監視手段を設ける必要性を排除することができる。

【0070】更に本実施形態では、ピエゾ式アクチュエータ 6 の非駆動時に作動油室 12 内の圧力が予め定められた圧力よりも低下したとき、作動油室 12 内に気泡が発生し圧力制御弁 5 が正常に作動されえないと判断する。また、ピエゾ式アクチュエータ 6 の非駆動時に作動油室 12 内の圧力が予め定められた圧力よりも増加したとき、圧力制御弁 5 のカウンタばね 522 が正常に作用しなくなり、圧力制御弁 5 が正常に作動されえないと判断する。

【0071】尚、本実施形態では作動油としてチェック弁を介して燃料が供給されているが、他の実施形態では、燃料以外のものが作動油として使用されてもよい。

【0072】図 15 は本発明の燃料噴射装置の第四の実施形態の変形例を示した図である。図 15 において、図 1～図 3 及び図 13 に示した参照番号と同一の参照番号は図 1～図 3 及び図 13 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示しており、605 は圧力制御室 4 内の燃料圧力を制御するための外開弁式圧力制御弁である。609 は圧力制御弁 605 により開閉される圧力制御室 4 の開口、612 は圧力制御弁 605 を駆動するために圧力制御弁 605 とピエゾ式アクチュエータ 6 との間に配置された作動油を収容する作動油室、659 は圧力制御室 4 内に設けられたオリフィスである。本変形例においても、上述した第四の実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0073】図 16 は本発明の燃料噴射装置の第五の実施形態の図 1 と同様の概略構成図、図 17 は図 16 の拡大図である。図 16 及び図 17 において、図 1～図 3 及び図 13 に示した参照番号と同一の参照番号は図 1～図 3 及び図 13 に示した部品又は部分と同一の部品又は部分を示しており、756 は圧力制御弁 5 を作動するための駆動用ピエゾ式アクチュエータである。766 は作動油により及ぼされる力を監視するための監視用ピエゾ式アクチュエータ、521 は駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 を駆動するための駆動電源、720 は ECU、770 は駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 と監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 との間に配置された接地電極、771 は電極、772 は圧電素子である。

【0074】本実施形態によっても、図 14 等にしたような第四の実施形態と同様の効果を奏することができる。更に本実施形態によれば、作動油がリークしているか否かの判断は、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 の作動時及び非作動時の両方の時、つまり、圧力制御弁の開弁期間中及び閉弁期間中の両方の時に行われるが、好適には、その両者のうち作動油の圧力が高いときに行われる。作動油がリークする場合、作動油が監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 に及ぼす力は、作動油の圧力が低いときよりも作動油の圧力が高いときに大きく変化する。そのため、作動油の圧力が高いときに作動油がリークしているか否かの判断を行うことにより、正確な判断を行うことが可能になる。

【0075】更に本実施形態によれば、作動油により及ぼされる力を監視するための監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 が、圧力制御弁 5 を駆動するための駆動用電気信号が印加される駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 とは別個に設けられているため、監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 から得られる電気信号と圧力制御弁 5 を駆動するための駆動用電気信号とが別個に分けられる。それゆえ、監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 から得られる電気信号と駆動用電気信号とが分けられていない場合よりも、作動油がリークしているか否かを正確に判断することができ、また、ピエゾ式アクチュエータの非作動時においても作動油がリークしているか否かを判断することができる。

【0076】更に本実施形態によれば、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 と監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 との間に接地電極 770 が配置されるため、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 に基づくノイズが監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 から得られる電気信号に悪影響を及ぼすことを回避することができる。

【0077】更に本実施形態によれば、監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 が発生する電気信号に基づき、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 に印加すべき駆動用電気信号がフィードバック制御されるため、作動油に及ぼされる力の変化にかかわらず一律に駆動用ピエゾ式

アクチュエータを印加する場合に比べ、適切に圧力制御弁 5 を駆動することができる。つまり、作動油のリークが発生した場合であっても、作動油のリークに伴う圧力制御弁 5 のリフト量の不足を回避することができる。

【0078】図 18 は駆動用ピエゾ式アクチュエータに供給される駆動用パルスと監視用ピエゾ式アクチュエータから出力される電圧との関係を示したグラフである。図 18 に示すように、時間 T11 と時間 T12 とにより、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 に駆動用電圧が印加されてから実際に圧力制御弁 5 が開弁するまでに要する時間を得ることができる。また、時間 T13 と時間 T14 とにより、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 への駆動用電圧の印加の停止から実際に圧力制御弁 5 が閉弁するまでに要する時間を得ることができる。これらの時間を得ることにより、次の燃料噴射時期を補正することができ、燃料噴射時期を正確にすることができる。更に燃料温度、燃料種類、空気溶解度による弾性変形を考慮すれば、燃料噴射時期をより正確にすることができる。

【0079】つまり本実施形態によれば、駆動用電気信号が変更されてから監視用圧電素子が発生する電気信号が変化するまでに要する応答遅れ時間（時間 T1 ～ 時間 T2、又は時間 T3 ～ 時間 T4）に基づき、駆動用電気信号の印加タイミングが変更される。そのため、圧力制御弁 5 を駆動すべきタイミングと、圧力制御弁 5 が実際に駆動されるタイミングとを正確に一致させることができる。

【0080】本実施形態の変形例では、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 に印加される駆動用電気信号と監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 が発生する電気信号との関係が予め定められた関係から逸脱した時、特に、駆動用電気信号の印加タイミング（時間 T1）に対する監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 からの電気信号の発生タイミング（時間 T3）の遅れが大きすぎる時や、駆動用電気信号に対し監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 が発生する電気信号が大きすぎる時には、圧力制御弁 5 に動作異常が発生したと判断される。そのため、圧力制御弁 5 の動作異常を検出するために別個の検出手段を設ける必要なく、圧力制御弁 5 に動作異常が発生したか否かを判断することができる。

【0081】尚、上述した実施形態では図 16 及び図 17 に示すように、駆動用ピエゾ式アクチュエータ 756 が監視用ピエゾ式アクチュエータ 766 の上に配置されているが、他の実施形態ではその逆にすることも可能である。

【0082】

【発明の効果】請求項 1 に記載の発明によれば、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が固定されているときであっても噴孔開閉弁のリフト位置を任意のリフト位置まで変更し、その位

置に噴孔開閉弁を停止させることができると共に、開弁側付勢手段による付勢力及び閉弁側付勢手段による付勢力のうちの一方が変動しているときであっても噴孔開閉弁を任意のリフト位置に停止させることができる。

【0083】請求項 2 に記載の発明によれば、圧力制御室内の圧力を微調整することができ、噴孔開閉弁のリフト位置を高精度に制御することができる。

【0084】請求項 3 に記載の発明によれば、アクチュエータ側部分が圧力制御室の圧力制御弁用開口に対し偏心して配置されるときであっても、圧力制御弁用開口に対し偏心させることなく圧力制御弁用開口に対し芯を合わせて圧力制御弁側部分を圧力制御弁用開口に嵌合させることができる。

【0085】請求項 4 に記載の発明によれば、圧電素子の伸長量を制御することにより、圧力制御弁を全開位置と全閉位置との間の任意のリフト位置に配置することができる。

【0086】請求項 5 に記載の発明によれば、噴孔開閉弁の制御応答性を向上させつつ、噴孔開閉弁のリフト量を高精度に制御することができる。

【0087】請求項 6 に記載の発明によれば、作動油がリークしているか否かを正確に判断し、圧力制御弁のリフト位置を正確に制御することができる。

【0088】請求項 7 に記載の発明によれば、作動油の圧力変化を監視するために別個の監視手段を設ける必要性を排除することができる。

【0089】請求項 8 に記載の発明によれば、作動油の圧力が高いときに作動油がリークしているか否かの判断を行うことにより、正確な判断を行うことが可能になる。

【0090】請求項 9 に記載の発明によれば、監視用圧電素子から得られる電気信号と駆動用電気信号とが分けられていない場合よりも、作動油がリークしているか否かを正確に判断することができる。

【0091】請求項 10 に記載の発明によれば、駆動用圧電素子に基づくノイズが監視用圧電素子から得られる電気信号に悪影響を及ぼすことを回避することができる。

【0092】請求項 11 に記載の発明によれば、作動油のリークが発生した場合であっても、作動油のリークに伴う圧力制御弁のリフト量の不足を回避することができる。

【0093】請求項 12 に記載の発明によれば、圧力制御弁を駆動すべきタイミングと、圧力制御弁が実際に駆動されるタイミングとを正確に一致させることができる。

【0094】請求項 13 に記載の発明によれば、圧力制御弁の動作異常を検出するために別個の検出手段を設ける必要なく、圧力制御弁に動作異常が発生したか否かを判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の燃料噴射装置の第一の実施形態の概略構成図である。

【図 2】図 1 の拡大図である。

【図 3】図 2 の拡大図である。

【図 4】ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量（圧力制御弁 5 のリフト量）、圧力制御弁 5 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【図 5】第一の実施形態の燃料噴射装置の噴孔の変形例を示した図である。

【図 6】第一の実施形態の燃料噴射装置の噴孔の他の変形例を示した図である。

【図 7】本発明の燃料噴射装置の第二の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。

【図 8】本発明の燃料噴射装置の第二の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。

【図 9】ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量（圧力制御弁 305 のリフト量）、圧力制御弁 305 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【図 10】本発明の燃料噴射装置の第三の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。

【図 11】本発明の燃料噴射装置の第三の実施形態の図 3 と同様の拡大図である。

【図 12】ピエゾ式アクチュエータ 6 のリフト量（圧力制御弁 405 のリフト量）、圧力制御弁 405 の開度、圧力制御室 4 内の圧力、燃料だまり室 3 内の圧力、及びニードル弁 2 にかかる合力の関係を示したグラフである。

【図 13】本発明の燃料噴射装置の第四の実施形態の図 1 と同様の概略構成図である。

【図 14】監視手段が設けられない場合と監視手段 520 が設けられた本実施形態とを比較して示したグラフである。

【図 15】本発明の燃料噴射装置の第四の実施形態の変形例を示した図である。

【図 16】本発明の燃料噴射装置の第五の実施形態の図 1 と同様の概略構成図である。

【図 17】図 16 の拡大図である。

【図 18】駆動用ピエゾ式アクチュエータに供給される駆動用パルスと監視用ピエゾ式アクチュエータから出力される電圧との関係を示したグラフである。

【符号の説明】

- 1…燃料噴射用噴孔
- 2…ニードル弁
- 3…燃料だまり室
- 4…圧力制御室
- 5…圧力制御弁

【図 1】

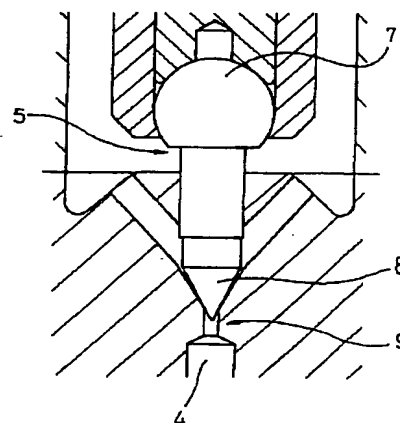
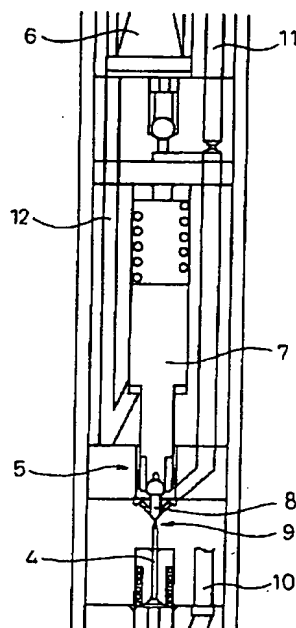
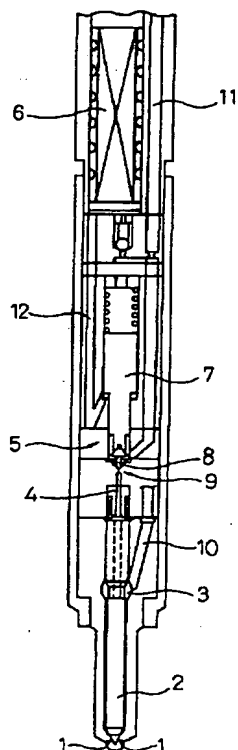
【図 2】

【図 3】

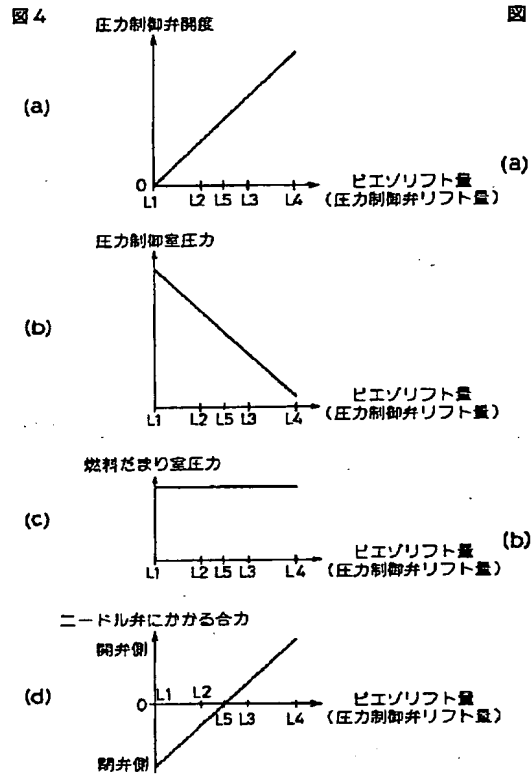
図 1

図 2

図 3

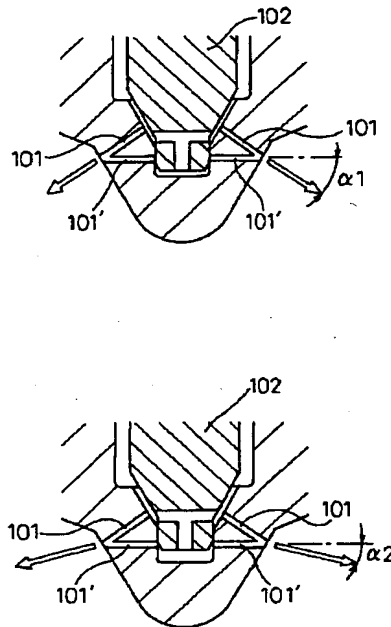


【図 4】



【図 5】

図 5

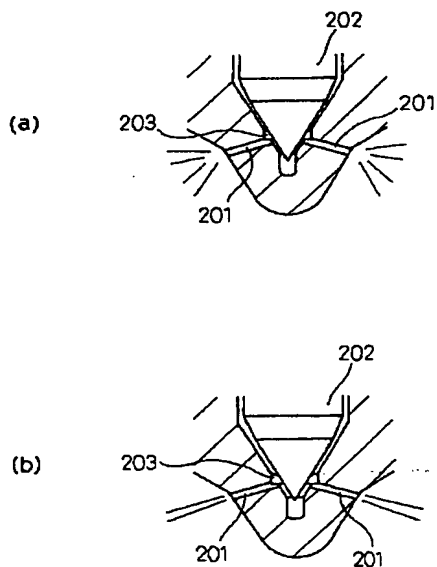


【図 10】

図 10

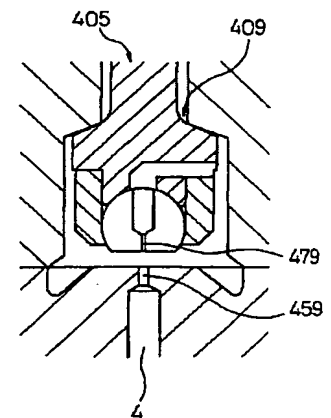
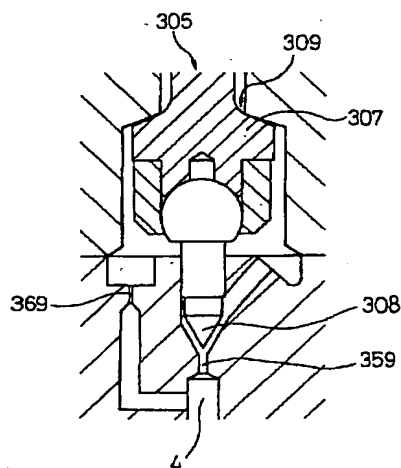
【図 6】

図 6



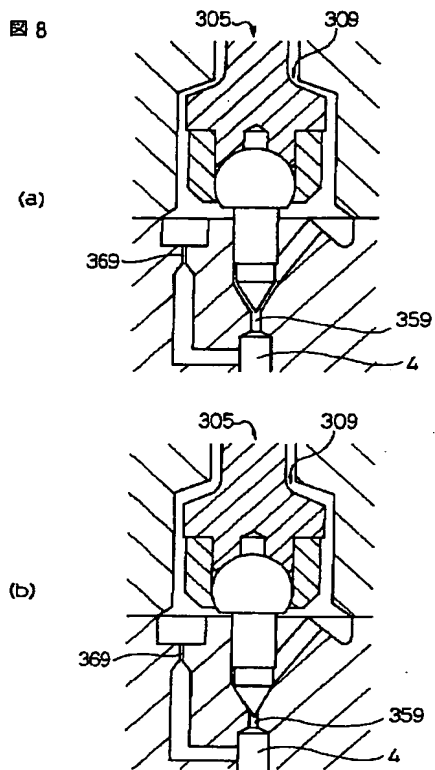
【図 7】

図 7



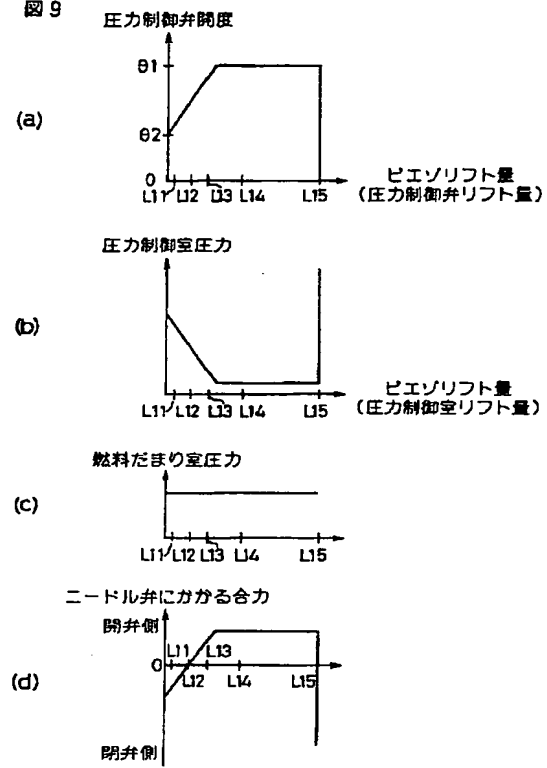
【図 8】

図 8



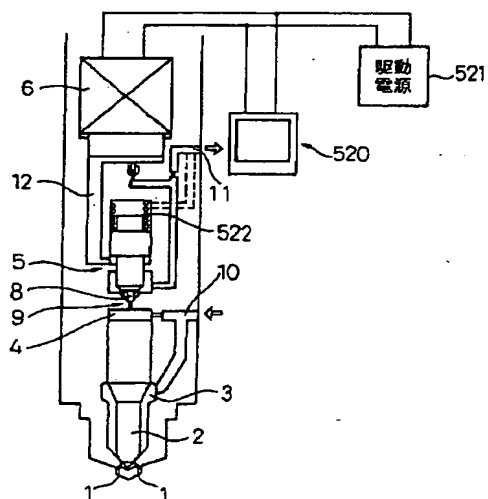
【図 9】

図 9



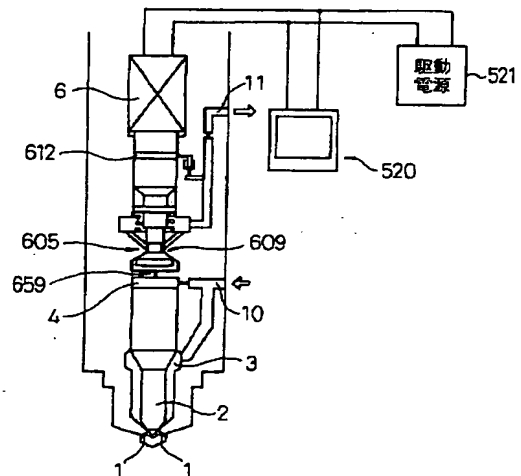
【図 13】

図 13



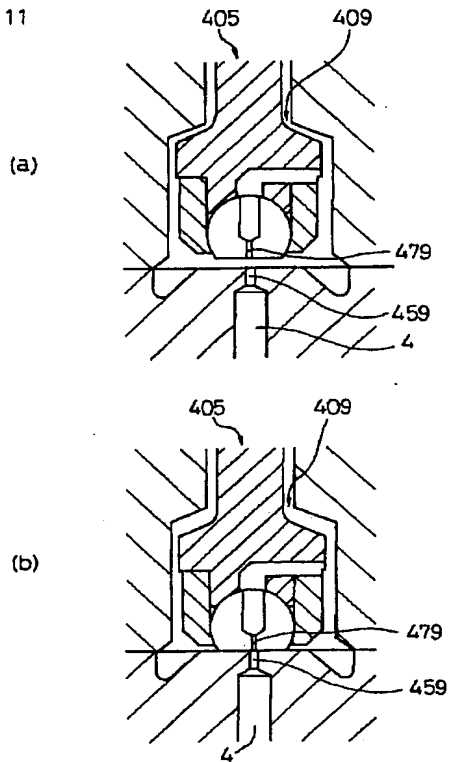
【図 15】

図 15



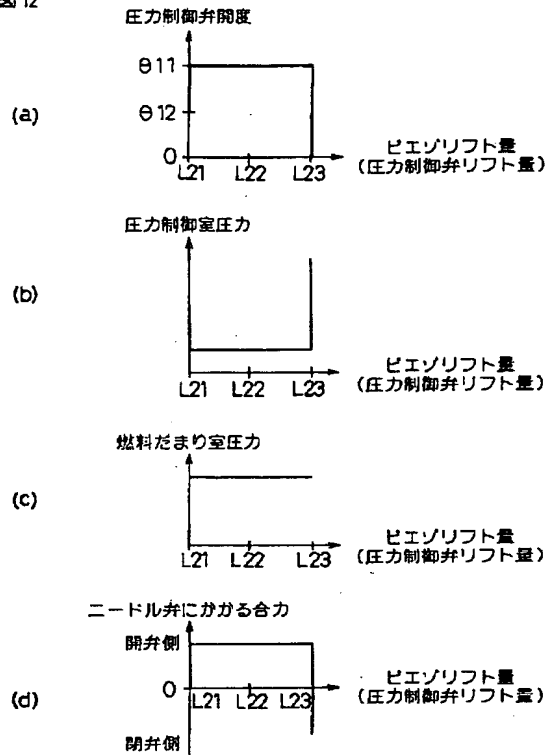
【図 11】

図 11

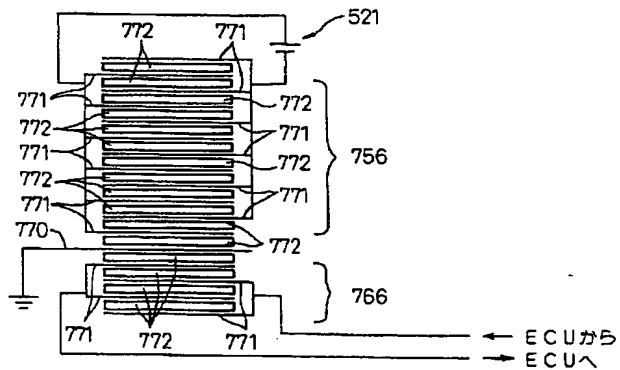


【図 12】

図 12

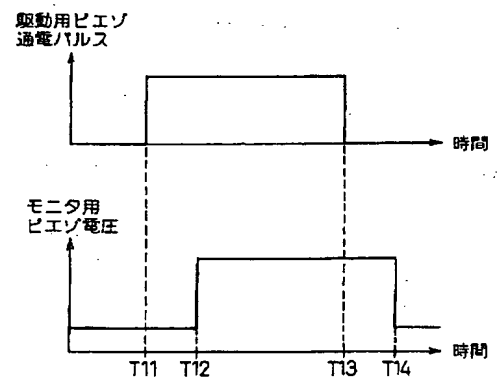


【図 17】



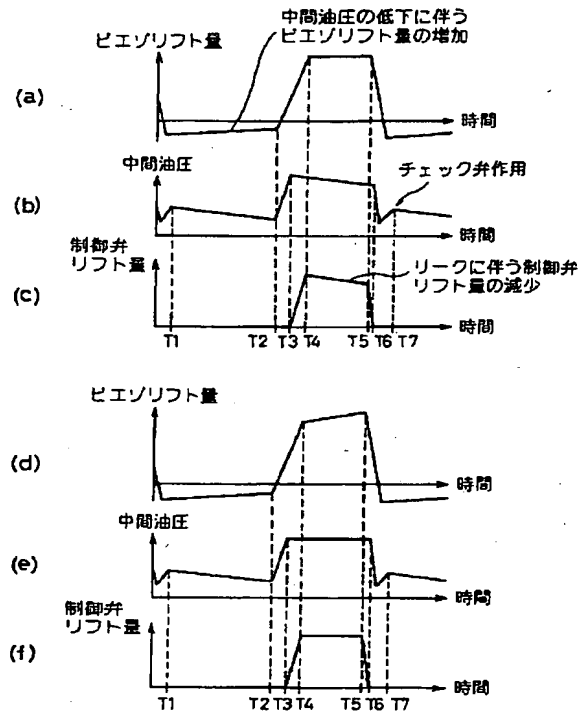
【図 18】

図 17 図 18



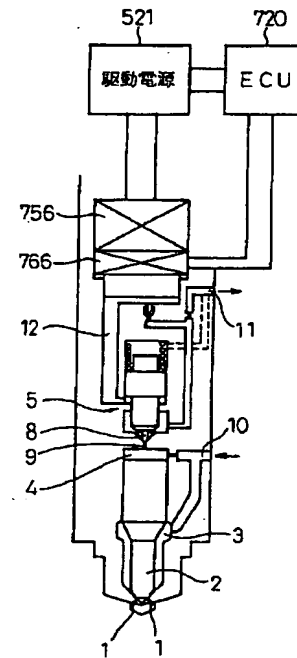
【図 14】

図 14



【図 16】

図 16



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.